

⑫ 公開特許公報 (A) 平3-266393

⑤Int.Cl.⁵H 05 B 33/22
H 01 L 33/00

識別記号

府内整理番号

A

8815-3K
8934-4M

⑬公開 平成3年(1991)11月27日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全3頁)

⑭発明の名称 複合発光体薄膜及び薄膜EL素子

⑮特 願 平2-63152

⑯出 願 平2(1990)3月14日

⑰発明者 岡嶋道生 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑰発明者 任田隆夫 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑰出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

⑰代理人 弁理士 栗野重孝 外1名

明細書

1. 発明の名称

複合発光体薄膜及び薄膜EL素子

2. 特許請求の範囲

(1) 厚さが 50 nm 以下、 1 nm 以上の 硫化亜鉛もしくは少なくとも硫化亜鉛と他のIIbVI族化合物半導体との混晶を主成分とする蛍光体層を該蛍光体層のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップの少なくとも硫化マグネシウムと他のアルカリ土類金属の硫化物との混晶を主成分とする障壁層で挟持した構成単位を、 一単位もしくは複数単位繰り返して設けたことを特徴とする複合発光体薄膜。

(2) 請求項1に記載の複合発光体薄膜と、 前記複合発光体薄膜の外側から電圧を印加する手段とを備えたことを特徴とする薄膜EL素子。

(3) 複合発光体薄膜の少なくとも一方の面に誘電体薄膜が形成され、 更にその外側から電圧を印加する手段が配設されていることを特徴とする請求項2に記載の薄膜EL素子。

(4) 蛍光体層と障壁層の格子定数の違いが 5 %以内であることを特徴とする請求項1に記載の複合発光体薄膜。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本願発明は、 発光効率が高く、 青色もしくは紫外の波長域で明るく発光する発光体薄膜及びそれを用いたEL素子に関するものである。

従来の技術

近年、 コンピューター端末などに用いるフラットディスプレイとして、 薄膜EL素子が盛んに研究されている。 黄橙色発光のマンガン添加硫化亜鉛からなる蛍光体薄膜を用いたモノクロ薄膜ELディスプレイは既に実用化されている。 ディスプレイとして広汎な用途に対応するためにはフルカラー化が不可欠であり、 赤色、 緑色、 青色の3原色に発光するEL用蛍光体の開発に多大な力が注がれている。 この中で青色発光蛍光体としては ZnS: Tm や SrS: Ce、 赤色蛍光体としては ZnS: Sm、 CaS: Eu、 緑色蛍光体

としては $ZnS: Tb$, $CaS: Ce$ などが盛んに研究されている。

一方、発光ダイオードにおいても、同様にフルカラー化をめざして、短波長化の研究が盛んに行われている。 SiC , GaN , ZnS , $ZnSe$ 等、広いバンドギャップの半導体材料を用いた P-N 接合、MIS 接合の形成により、青色 LED の高輝度化が試みられている。

発明が解決しようとする課題

上記の電界発光用蛍光体薄膜は、赤色及び緑色に関しては発光輝度、効率に問題があり、青色に関しては色純度に問題があり、現在実用的なレベルのカラー EL パネルは形成されていない。

一方、LED に関しては、赤色については十分高輝度の発光素子が得られ実用化されているが、緑色、青色については、実用化レベルとしては不十分である。

さらに、より短波長の紫外に発光波長域を有する固体発光素子は、いまだ実現するに至っていない。

本発明は、発光輝度、効率の高い、青色もしく

は紫外発光素子を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

厚さが 50 nm 以下、1 nm 以上の硫化亜鉛もしくは少なくとも硫化亜鉛と他の IIb VI 族化合物半導体との混晶を主成分とする蛍光体層を、該蛍光体層のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップの、少なくとも硫化マグネシウムと他のアルカリ土類金属の硫化物との混晶を主成分とする障壁層で挟持した構成単位を、一単位もしくは複数単位繰り返して設けた複合発光体薄膜を形成する。

作用

上記構成の複合発光体薄膜を形成することによって、蛍光体層に青から紫外の波長域で発光する広いバンドギャップを持った材料を用いても、更に十分広いエネルギーギャップを持った材料を障壁層に使用したため、高電界により発生もしくは注入された電子、正孔が十分前記蛍光体層に閉じ込められ、それらが直接もしくは再結合中心を介して効率よく再結合し、その結果、発光輝度

効率の高い、青色もしくは紫外発光素子が実現できたと考えられる。

実施例

第 1 図に本発明の薄膜 EL 素子の一実施例として、その素子構造を示す。低抵抗 Si の基板 1 上に分子ビームエピタキシャル蒸着法により厚さ 150 nm の CaF_2 薄膜からなる絶縁層 2 をエピタキシャル成長させた。その上に CaS , MgS を入れた K セルを用いて、厚さ 50 nm の $Ca_{0.8}Mg_{0.2}S$ から成る障壁層 3 を同じくエピタキシャル成長させた。更にその上に、厚さ 20 nm の ZnS からなる蛍光体層 4 をエピタキシャル成長させた。同様にして、その上に $Ca_{0.8}Mg_{0.2}S$ から成る障壁層と ZnS からなる蛍光体層を交互に順次エピタキシャル成長させ、合計 10 周期、層厚 700 nm の複合発光体層 5 を完成した。その上に、酸素を 10% 含むアルゴン雰囲気中で、室温で $BaTa_2O_6$ よりなる、厚さ 200 nm の絶縁層 6 を形成した。最後に厚さ 200 nm の ITO からなる透明電極 7 を電子ビーム蒸着法に

より形成し、薄膜 EL 素子を完成した。

本実施例では、Si 基板 1 と複合発光体層 5 の間と、複合発光体層 5 と透明電極 7 の間にそれぞれ絶縁層 2 と絶縁層 6 を形成したが、これらはいずれか一方だけであってもよい。

本発明の EL 素子は、パルス幅 3.0 μsec, 1 kHz, 150 V の交流電圧を基板 1 と透明電極 7 との間に印加することによって、波長 350 nm ~ 380 nm の強い紫外発光を得た。

本発明の要点は、紫外域にも及ぶ短波長発光が可能な広いバンドギャップの半導体材料である ZnS 、もしくは ZnS と他の IIb VI 族化合物半導体との混晶を主成分とする半導体材料を蛍光体層に用いることができた点にある。なぜ、本発明において初めてそれが可能となったかを以下に述べる。

それは、第 1 の実施例に代表される薄膜 EL 素子の構成において、高効率の短波長発光素子を実現するために、障壁層材料として、以下の 2 つの条件を満たす、硫化マグネシウムと他のアルカリ

土類金属の硫化物との混晶を主成分とする材料を採用したことによる。まず第1に、これらのアルカリ土類金属の硫化物のバンドギャップはいずれも MgS の 5.4 eV を筆頭に 3.8 ~ 5.4 eV と、蛍光体層として採用した ZnS の 3.5 eV と比べて十分広いため、キャリヤを効率よく蛍光体層に閉じ込めることができた。

第2点は、本発明の材料構成を用いることで各層材料間での格子整合が可能となる点である。高発光効率を維持するためには、キャリヤの非発光中心の一因である格子欠陥をできるだけ減らすことが肝要である。本発明の材料構成を採用することにより、基板・障壁層・蛍光体層および第1の実施例に示したように絶縁層2を設ける場合は絶縁層2も含めて、これらの材料の間で格子整合が可能となり、非発光中心濃度を低減することができた。第1の実施例では、ZnSを蛍光体層に用いたため、基板材料・絶縁層2には、ZnSと格子定数の近いSiとCaF₂をそれぞれ採用した。また障壁層材料も格子整合させるためにM

gSとCaSの混晶を用いた。Si基板と格子整合させた場合の障壁層のバンドギャップは、約4.8 eV と十分広く、電子・正孔とも十分蛍光体層に閉じ込められ、高効率の紫外発光を得ることができたと考えられる。

第1の実施例では基板材料としてSiを採用したが、例えば格子定数の近いGaPを用いても同様の効果が得られた。また、同じく障壁層の材料としてCaSとMgSの混晶を用いたが、その代わりにMgSとSrSもしくはMgSとBaSとの混晶を用いても、格子整合する組成比の膜であれば同様の効果を有する。

同様に、蛍光体層の材料を、所定の組成比のZnSと他のIIbVI族化合物半導体との混晶を主成分とする半導体材料にする場合も、障壁層材料に上記のアルカリ土類金属硫化物の格子整合した混晶を用いることで第1の実施例同様、蛍光体層のバンドギャップに応じた所望の波長の高効率の短波長薄膜EL素子を得ることができた。

発明の効果

本発明により、青色から紫外の短波長で発光する複合発光体薄膜を得ることができた。また、この複合発光体薄膜を用いて薄膜EL素子を形成した場合も、高効率・高輝度の短波長薄膜EL素子を実現することができた。本発明を、青色発光素子・紫外発光素子・もしくはフルカラーEL素子等に応用する際、特に実用的価値が大きい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の薄膜EL素子の一実施例の素子の断面図である。

1 ……基板、2、8 ……絶縁層、3 ……障壁層、4 ……蛍光体層、5 ……複合発光体層、7 ……透明電極

代理人の氏名 弁理士 粟野重孝 ほか1名

第1図

